引用格式：乔晗, 李卓伦. 数据要素市场化配置效率评价研究. 中国科学院院刊, 2022, 37(10): 1444-1456.
Qiao H, Li Z L. Research on market allocation efficiency of data elements. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(10): 1444-1456. (in Chinese)

# 数据要素市场化配置效率评价研究

乔 晗* 李卓伦

1 中国科学院大学 经济与管理学院 北京 100190

2 中国科学院大学 数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室（培育） 北京 100190



**摘要** 推进数据要素市场化配置，是实现数据要素价值转化、驱动数字经济高质量发展的关键。文章基于文献研究和实践经验阐释了数据要素市场化配置的理论过程，将数据要素市场化配置过程划分为市场化建设和价值化配置2个阶段。文章以理论为基础，应用追加中间投入的网络DEA模型，测算2019—2020年我国30个省（区、市）的数据要素市场化配置效率；进一步，通过Malmquist指数分析，研究我国数据要素市场化配置效率和全要素生产率的动态变化情况。研究发现：（1）2019—2020年我国数据要素市场化配置效率整体呈上升趋势，价值化配置阶段效率较高，市场化建设阶段效率低于价值化配置阶段。因此，未来进一步提高公共数据开放水平、完善数据流通和交易基础设施仍是提高数据要素市场化配置效率的工作重点。（2）研究期内，我国全要素生产率提升明显，提高技术进步率和数据要素市场化配置效率均对提升全要素生产率有正向作用，且提高数据要素市场化配置效率对推动全要素生产率提升更为关键。

**关键词** 数据要素，市场化配置效率评价，网络DEA，Malmquist指数，全要素生产率

**DOI** 10.16418/j.issn.1000-3045.20220629001

数字经济时代，数据成为新型生产要素和战略性资源，促进数据要素市场化配置，有助于充分释放数据要素价值，深化数字经济和实体经济融合，为经济高质量发展提供新动能[1]。2015年贵阳大数据交易所正式挂牌运营，率先开始探索数据的流通和交易模式。2019年党的十九届四中全会首次提出数据是数字经济时代的新型生产要素；2020年我国首份要素市场化配置中央政策文件——《中共中央 国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》发布，要求加快培育数据要素市场。

当数据成为生产要素，就需要通过市场化配置以实现价值[2]。数据要素市场化配置的过程就是通过制

*通信作者

资助项目：国家自然科学基金重大项目（72192843），国家自然科学基金面上项目（71872171），中央高校基本科研业务费专项资金（E0E48933）

修改稿收到日期：2022年7月24日

度或技术促进市场化交易，以释放生产要素价值的过程[2]。Pantelis 和 Aija[3]提出政府公共数据的开放、市场化主体之间的数据共享和数据交易是数据要素市场化配置的 3 种主要途径。杨艳等[4]认为数据交易平台的建设是推进数据要素市场化配置的重要手段之一，且数据交易平台的有效性和可推广性反映了数据要素市场化配置效率的高低。随着相关政策的落地和改革成效的初步显现，现阶段我国数据要素市场化配置效率水平究竟如何，不同地区间的数据要素市场化配置效率有何差异，制约数据要素市场化配置效率的主要因素有哪些，数据要素市场化配置效率是否会影响以及如何影响数字经济高质量发展等问题，逐渐成为学术界和实践界共同关注的焦点。科学探究上述问题，可以为各级政府因地制宜地制定数据要素市场化建设方案，以促进数据要素充分参与市场配置，赋能经济高质量增长提供有益借鉴和决策参考。

## 1 数据要素市场化配置效率的测算方法

### 1.1 数据要素市场化配置的理论过程

推进数据要素市场化配置的过程就是通过制度或技术促进市场化交易，以释放生产要素价值并实现经济增长的过程[2]。首先，云计算、区块链等新一代信息技术的应用不仅降低了数据传输成本、提高了数据传输效率[5]，而且为数据流通和交易提供了安全性保障。其次，在打牢数据要素市场化配置技术根基的同时，也需要从交易规则、开放共享机制等方面提供制度性保障[2]。最后，数据要素的价值在于其对数字经济高质量发展的贡献。数据要素本身具有强协同性，数据价值实现需要与传统生产要素相结合[2]，且结合后会产生价值倍增效应[6]。根据数据价值链理论，采集的数据实现价值增值还需要经过流通、存储、分析和应用等环节，而上述各环节均需要其他生产要素的投入。因此，实现数据要素市场化配置首先需要通过技术和制度促进数据要素的流通和交易，然后市场化的数据要素通过与其他生产要素协同作用，以实现价值转化和促进数字经济高质量发展（图 1）。

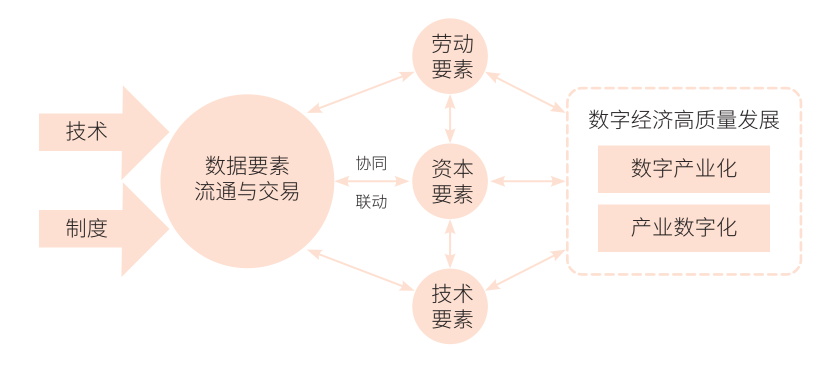



图 1 数据要素市场化配置的理论过程

Figure 1 Theoretical model of market allocation of data elements

### 1.2 数据要素市场化配置效率的测算模型

根据数据要素市场化配置的理论过程（图 1），可以将数据要素市场化配置过程划分为 2个阶段，第 1 阶段为数据要素市场化建设阶段，反映通过技术和制度促进数据要素市场化流通和交易的过程；第 2 阶段为数据要素价值化配置阶段，刻画数据要素与其他生产要素协同联动，实现数据要素价值转化，促进数字经济高质量发展的过程。

基于上述数据要素市场化配置的特点，本文采用追加中间投入的网络 DEA（data envelopment analysis）模型对数据要素市场化配置效率进行测算。DEA 效率测算模型将经济活动视为由多项投入和产出指标构成的生产活动系统，以最大化产出投入比为目标，通过求解线性规划，对生产活动系统的效率进行测算。选取该方法进行数据要素市场化配置效率测算，主要有 3 个原因：① DEA 方法与模糊综合评价法等其他效率评价方法相比，不仅具有非参数优势，而且有效减少了主观因素带来的效率评价偏差[7]。② 数据要素市场化配置过程具有明显的阶段性特征，网络 DEA 模型[8]考虑了生产过程不同阶段的关联特征，使效率评价更加合理和全面[9]。③ 追加中间投入的网络 DEA[10]

模型结构可以更加系统地刻画数据要素与其他生产要素的协同过程。

2019 年，《中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度 推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》提出“健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、数据等生产要素由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制”，数据首次被确立为生产要素，故本文以 2019 年为研究起点。同时考虑数据的可得性，本文搜集了 2019—2020 年 2 年的数据，对具有数据可得性的 30 个省（区、市）的数据要素市场化配置效率进行测算。基于网络 DEA 效率测算模型的数据市场化配置效率评价指标体系及数据来源见表 1。

根据数据要素市场化配置的 2 个阶段划分和效率评价指标体系（表 1）可以将数据要素市场化配置过程模型化为以下 2 阶段关联的 DEA 生产活动系统（图 2）。

以最大化数据要素市场化配置 2 个阶段（图 2）的产出与投入之比为目标，在约束条件下，求解每个阶段的最优产出投入比，将 2 个阶段的最优产出投入比之积作为数据要素市场化配置的效率测度。

## 2 数据要素市场化配置效率评价与动态分析

### 2.1 数据要素市场化配置效率评价

#### 2.1.1 中国数据要素市场化配置整体效率分析

本文应用追加中间投入的网络 DEA 模型（图 2），对 2019 年和 2020 年具有数据可得性的 30 个省（区、市）的数据要素市场化配置效率进行测算，结果见表 2。其中，DEA 效率测算值等于 1，表明达到有效状态；效率值小于 1，说明由于存在投入冗余和产出不足，而未达到有效状态，且该值越小表明越低效。整体来看，2019 年 30 个省份数据要素市场化配置平均效率为 0.420，2020 年该值为 0.528，表明在研究

表1 数据要素市场化配置效率评价指标体系

Table 1 Evaluation index of market allocation efficiency of data elements

| 阶段 | 投入/产出 | 指标名称 | 指标含义 | 数据来源 |
|---|---|---|---|---|
| 数据要素市场化建设阶段（第1阶段） | 投入 | 信息基础设施建设水平 | 评价固定宽带下载速度、域名总数等信息基础设施建设的就绪度 | 历年《中国大数据区域发展水平评估白皮书》 |
| | | 数据要素市场化建设政策关注度 | 以地区政府发布的政策数量和类别综合测度 | |
| | | 大数据管理局设置情况 | 评价省级、副省级/省会城市大数据行政管理机构设立情况 | |
| | 产出 | 公共数据开放水平 | 综合测度政府数据开放平台建设情况和政府数据目录体系建设情况 | |
| | | 数据交易中心建设情况 | 以当年该地区在工商注册的数据交易中心数量测度 | 企查查科技有限公司 |
| 数据要素价值化配置阶段（第2阶段） | 投入 | 公共数据开放水平 | 综合测度政府数据开放平台建设情况和政府数据目录体系建设情况 | 历年《中国大数据区域发展水平评估白皮书》 |
| | | 数据交易中心建设情况 | 以当年该地区在工商注册的数据交易中心数量测度 | 企查查科技有限公司 |
| | 追加投入 | 数字化人才保障程度 | 以大数据相关领域专业人才培养和拥有情况，反映劳动力要素投入 | 历年《中国大数据区域发展水平评估白皮书》 |
| | | 大数据企业规模 | 以大数据相关企业数量，反映资本要素投入 | |
| | | 新型信息化基础设施建设水平 | 综合测度数据中心数量、第5代移动通信技术（5G）试点城市数量和互联网协议第6版（IPV6）比例等，以反映技术要素投入 | 历年《中国数字经济发展指数》 |
| | 产出 | 数字产业化发展水平 | 综合测度电子信息制造业、软件和信息技术服务业总产值以及信息通信技术（ICT）主板上市企业数量等 | |
| | | 产业数字化发展水平 | 综合测度工业、农业和服务业数字化水平 | |

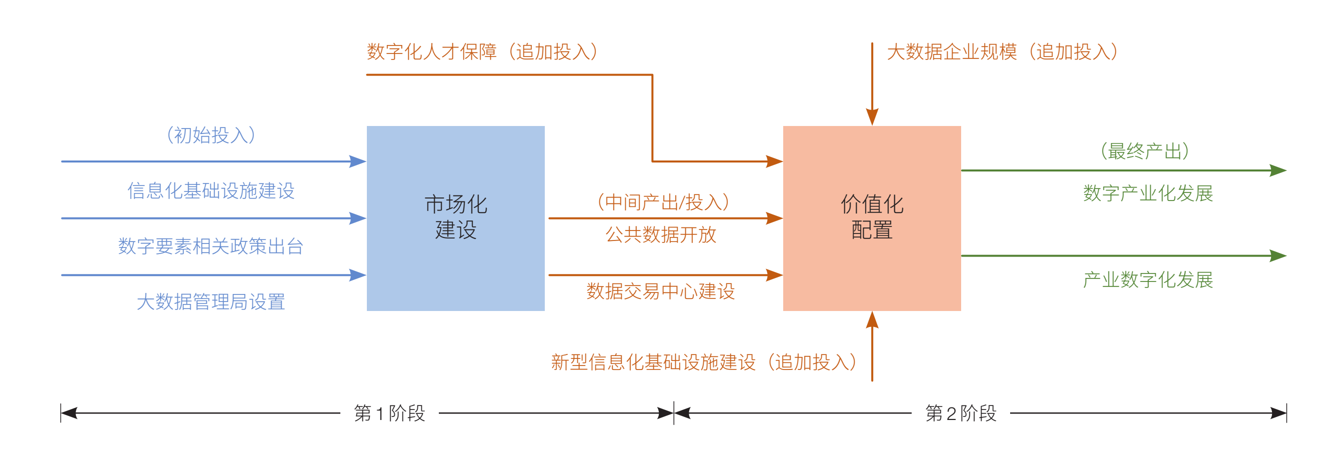



图2　数据要素市场化配置的追加中间投入的网络DEA系统

Figure 2　Network DEA system with additional intermediate inputs of market allocation of data elements



期内我国数据要素市场化配置效率呈现上升趋势。

不同地区对比来看，东、中、西部[②]地区2020年数据要素市场化配置效率均值都超过2019年均值，且东部地区效率均值最高，说明我国不同地区都实现了数据要素市场化配置效率的提升，且东部省份对数据要素市场化改革响应更加迅速。从各省份来看，不同省份之间数据要素市场化配置效率具有显著差异。具体而言，2019—2020年我国数据要素市场化配置效率均值在0.800以上省级行政区共有5个，分别为贵州、山东、北京、广东和上海，表明该部分地区在数据要素市场化配置中的投入与产出相匹配，对数据等生产要素的利用较为充分。对比发现，内蒙古、云南、辽宁、甘肃和山西为整体平均效率较低的地区，说明该部分地区在数据要素市场化配置中存在投入冗余和成效不足的问题。

### 2.1.2 中国数据要素市场化配置分阶段效率分析

数据要素市场化配置包括市场化建设和价值化配置2个阶段，且2个阶段相互关联，共同影响数据要素市场化配置的整体效率（图2）。

总体来看，30个省份的数据要素市场化建设阶段平均效率为0.541，小于价值化配置阶段的平均效率0.900（表2）。分地区对比，东、中、西部地区的市场化建设阶段平均效率也都明显小于价值化配置阶段的平均效率。说明数据要素市场化建设阶段效率与价值化配置阶段相比有更大的提升空间。这一结果反映出我国数据要素市场化建设工作在数据开放和数据交易2个方面需要进一步提高。① 数据开放方面。现阶段主要以公共数据开放为主，一方面缺乏社会数据的有效补充，另一方面地方政府数据开放平台建设不完善、开放数据实用性不强等问题还比较突出[①]。② 数据交易方面。自2014年以来，出现在公众视野里的数据交易平台中，已有过半数的平台处于停业状态[11]。实际运营中的数据交易平台还存在着交易制度不完善、交易标准不明晰等诸多问题，使得平台作为数据流通和交易的载体功能并不能充分发挥。

同时，由图3中不同地区2年的平均效率对比可以发现，东、中、西部地区的市场化建设阶段效率具有明显差异——平均效率从高到低依次是：东部、中部和西部，说明在政府越关注、信息基础设施越完备、经济越发达的地区，数据开放和交易平台的建设效率

① 复旦大学数字与移动治理实验室（复旦DMG）与国家信息中心数字中国研究院联合发布的《中国地方政府数据开放报告（2021）》. (2022-01-20)[2022-08-04]. http://www.dmg.fudan.edu.cn/?p=9278.

② 东部地区：北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南、辽宁、吉林和黑龙江；中部地区：山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南；西部地区：内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

表 2　数据要素市场化配置效率

Table 2　Market allocation efficiency of data elements

| 年份 | 2020 | | | 2019 | | | 2019—2020 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 决策单元 | 第1阶段 | 第2阶段 | 整体 | 第1阶段 | 第2阶段 | 整体 | 第1阶段均值 | 第2阶段均值 | 整体均值 |
| 贵州 | 0.964 | 0.960 | 0.925 | 0.868 | 1.000 | 0.868 | 0.916 | 0.980 | 0.897 |
| 山东 | 1.000 | 0.974 | 0.974 | 1.000 | 0.752 | 0.752 | 1.000 | 0.863 | 0.863 |
| 北京 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.724 | 1.000 | 0.724 | 0.862 | 1.000 | 0.862 |
| 广东 | 0.801 | 1.000 | 0.801 | 0.850 | 1.000 | 0.850 | 0.825 | 1.000 | 0.825 |
| 上海 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.638 | 1.000 | 0.638 | 0.819 | 1.000 | 0.819 |
| 浙江 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.613 | 0.976 | 0.598 | 0.806 | 0.988 | 0.799 |
| 江苏 | 0.795 | 1.000 | 0.795 | 0.801 | 1.000 | 0.801 | 0.798 | 1.000 | 0.798 |
| 湖南 | 0.799 | 0.957 | 0.765 | 0.822 | 0.860 | 0.707 | 0.811 | 0.909 | 0.736 |
| 黑龙江 | 1.000 | 0.822 | 0.822 | 1.000 | 0.625 | 0.625 | 1.000 | 0.724 | 0.724 |
| 湖北 | 1.000 | 0.661 | 0.661 | 1.000 | 0.687 | 0.687 | 1.000 | 0.674 | 0.674 |
| 福建 | 0.765 | 0.960 | 0.735 | 0.460 | 1.000 | 0.460 | 0.613 | 0.980 | 0.597 |
| 海南 | 0.778 | 0.863 | 0.672 | 0.520 | 1.000 | 0.520 | 0.649 | 0.932 | 0.596 |
| 宁夏 | 0.426 | 1.000 | 0.426 | 0.764 | 0.992 | 0.758 | 0.595 | 0.996 | 0.592 |
| 天津 | 0.896 | 0.822 | 0.737 | 0.511 | 0.690 | 0.352 | 0.703 | 0.756 | 0.545 |
| 四川 | 0.793 | 0.751 | 0.595 | 0.551 | 0.687 | 0.379 | 0.672 | 0.719 | 0.487 |
| 吉林 | 0.783 | 0.515 | 0.403 | 0.762 | 0.726 | 0.553 | 0.772 | 0.621 | 0.478 |
| 江西 | 0.616 | 1.000 | 0.616 | 0.302 | 1.000 | 0.302 | 0.459 | 1.000 | 0.459 |
| 河南 | 0.446 | 1.000 | 0.446 | 0.445 | 1.000 | 0.445 | 0.446 | 1.000 | 0.446 |
| 广西 | 0.670 | 0.832 | 0.557 | 0.268 | 0.960 | 0.257 | 0.469 | 0.896 | 0.407 |
| 河北 | 0.501 | 0.768 | 0.384 | 0.381 | 0.682 | 0.260 | 0.441 | 0.725 | 0.322 |
| 陕西 | 0.636 | 0.642 | 0.409 | 0.376 | 0.575 | 0.216 | 0.506 | 0.608 | 0.312 |
| 青海 | 0.512 | 1.000 | 0.512 | 0.065 | 1.000 | 0.065 | 0.289 | 1.000 | 0.289 |
| 安徽 | 0.164 | 0.910 | 0.149 | 0.510 | 0.814 | 0.415 | 0.337 | 0.862 | 0.282 |
| 重庆 | 0.263 | 0.884 | 0.233 | 0.028 | 1.000 | 0.028 | 0.145 | 0.942 | 0.130 |
| 新疆 | 0.081 | 1.000 | 0.081 | 0.150 | 0.906 | 0.136 | 0.115 | 0.953 | 0.108 |
| 内蒙古 | 0.022 | 1.000 | 0.022 | 0.095 | 1.000 | 0.095 | 0.059 | 1.000 | 0.059 |
| 云南 | 0.038 | 1.000 | 0.038 | 0.041 | 1.000 | 0.041 | 0.039 | 1.000 | 0.039 |
| 辽宁 | 0.027 | 1.000 | 0.027 | 0.031 | 0.867 | 0.027 | 0.029 | 0.933 | 0.027 |
| 甘肃 | 0.023 | 0.960 | 0.023 | 0.030 | 0.890 | 0.027 | 0.027 | 0.925 | 0.025 |
| 山西 | 0.019 | 1.000 | 0.019 | 0.026 | 1.000 | 0.026 | 0.022 | 1.000 | 0.022 |
| 东部地区均值 | 0.796 | 0.902 | 0.719 | 0.638 | 0.871 | 0.551 | 0.717 | 0.886 | 0.635 |
| 中部地区均值 | 0.507 | 0.921 | 0.443 | 0.518 | 0.894 | 0.431 | 0.512 | 0.907 | 0.437 |
| 西部地区均值 | 0.403 | 0.912 | 0.347 | 0.294 | 0.910 | 0.261 | 0.348 | 0.911 | 0.304 |
| 全部均值 | 0.594 | 0.909 | 0.528 | 0.488 | 0.890 | 0.420 | 0.541 | 0.900 | 0.474 |

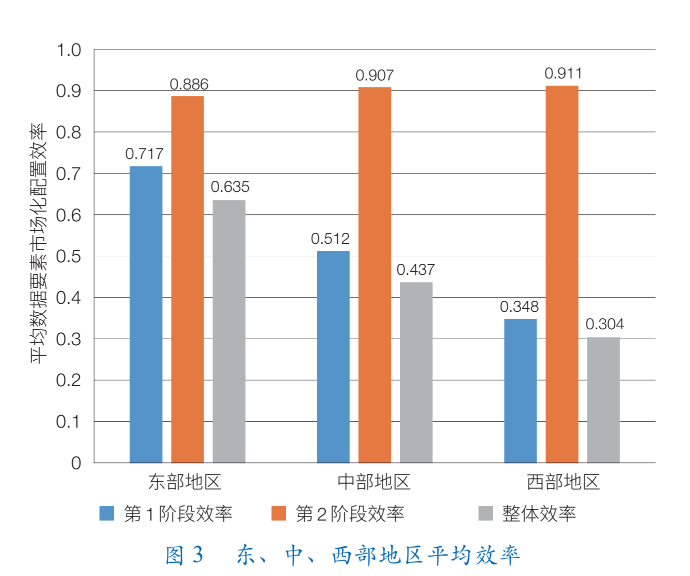



图3 东、中、西部地区平均效率

Figure 3 Average efficiency in eastern, central, and western regions

越高。而东、中、西部地区的价值化配置阶段效率相当，都维持在0.900的效率值左右，说明我国不同地区数据要素价值化配置阶段效率不存在明显差异，各省份数据要素与其他生产要素的协同联动能力普遍较强。

根据市场化建设阶段效率的测算结果（表2），在该阶段连续2年达到有效状态的省份有3个，分别为山东、湖北和黑龙江，说明这3个省份在数据要素市场化建设过程中，不存在投入冗余，产出与投入水平匹配较好，数据要素市场化建设活动相比其他省份是高效的。

根据价值化配置阶段效率的测算结果（表2），在该阶段连续2年达到有效状态的有广东、北京、上海、江苏、江西、河南、山西、内蒙古、云南、青海共10个省份。

## 2.2 数据要素市场化配置效率动态分析

Malmquist 指数分析[12]是对 DEA 效率静态比较的补充，能够反映 DEA 效率的跨期动态变化情况。为此，本文进一步计算了数据要素市场化配置效率的 Malmquist 指数，并对以 Malmquist 生产率指数表示的全要素生产率的变化率进行了分解[13]（计算结果见表3）。

在表3所示的指数分解结果中，TFPCH 表示全要素生产率的变化率，若 TFPCH>1，说明当期与前期相比得到了提高。同时，TFPCH 可以被分解为技术进步率（TECH）和数据要素市场化配置效率变化率（EFFCH）2部分。TECH 表示生产技术边界的推移，反映技术进步率，当 TECH>1 时，表明当期与前期相比，实现了技术创新能力的提高和技术进步。EFFCH 主要反映数据要素市场化配置效率的变化率，若 EFFCH>1，说明当期与前期相比得到了提高。

### 2.2.1 各地区数据要素市场化配置效率变化情况（EFFCH）分析

根据表3和图4，30个省份中，共有18个省份的数据要素市场化配置效率变化率大于1，占比为60%，表明大多数省份的数据要素市场化配置效率在研究期内都有提高。其中，效率提升幅度最大的是重庆，数据要素市场化配置效率变化率为8.399；提升幅度最小的为河南，变化率为1.002。重庆2020年数据要素市场化配置效率虽然与2019年相比有了大幅的提高，但提高后的数据要素市场化配置效率为0.233，仍处在较低水平，原因在于数据要素市场化建设阶段的效率不高（表2）。东部、中部和西部3个地区的平均市场化配置效率变化率都大于1，说明研究期内我国总体数据要素市场化配置效率得到了提高。

### 2.2.2 各地区技术进步率变化情况（TECH）分析

根据表3和图5，具有数据可得性的30个省份中，共有16个省份的技术进步率大于1，占比为53%，说明超过半数的样本省份在2019—2020年实现了和数据要素市场化配置密切相关的新一代信息技术的快速发展和进步。同时，东、中、西部3个地区相比，中、西部地区的技术进步率均大于1，且中部地区的技术进步率最大，说明中、西部均实现了信息技术创新能力和信息技术水平的提高，且中部地区技

术进步最为明显。

### 2.2.3 各地区全要素生产率变化情况（TFPCH）分析

根据表 3 和图 6，总体来看，具有数据可得性的 30 个省份的全要素生产率变化率均值为 1.644，大于 1，说明我国 2020 年全要素生产率与 2019 年相比有了显著提升，充分体现了自十九大报告首提“推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革，提高全要素生产率”③以来，我国经济由要素投入式增长向优化配置式增长转型取得的阶段性成效。数据要素市场化配置效率变化率和技术进步率 2 项指标均值都大于 1，说明数据要素市场化配置效率的提高和技术进步均对提升全要素生产率具有正向作用。同时，对比30个省份的技术进步率均值（1.054）和数据要素市场化配置变化率均值（1.656），说明相比于研究期内技术的小幅进步，数据要素市场化配置效率的提高更加显著，对于推动全要素生产率提升更为关键。数据要素的市场化配置能够通过赋能其他生产要素，使得其他生产要素在投入既定的情况下，生产力和生产效率得到进一步提高。在微观层面，生产环节中数据要素的投入优化了人员配置、改进了生产技术[14]；流通和交换环节中，包含有效信息的数据传递降低了供需匹配的搜寻成本、缓解了信息不对称带来的资源配置低效[14]。在宏观层面，数据要素市场化配置效率的提高，有效推动了产业结构优化和企业数字化转型，赋能了国民经济各部门发展[15]。

同时，在 30 个样本省份数据中，共有 19 个省份的全要素生产率变化率大于 1，占比 63%，说明 2020 年近 6 成的样本省份全要素生产率与 2019 年相比，得到了不同程度的提高。全要素生产率提高的 19 个省份中，又有 14 个省份的数据要素市场化配置效率变化率超过技术进步率，占比 74%，也说明数据要素的协同性明显，数据要素市场化配置效率的提高已经成为提

表3　2019—2020 Malmquist 指数测算结果

Table 3　2019—2020 Malmquist index

| 决策单元 | 配置效率变化率（EFFCH） | 技术进步率（TECH） | 全要素生产率变化率（TFPCH） |
|---|---|---|---|
| 贵州 | 1.066 | 0.970 | 1.034 |
| 山东 | 1.295 | 1.071 | 1.387 |
| 北京 | 1.381 | 1.087 | 1.501 |
| 广东 | 0.942 | 0.807 | 0.760 |
| 上海 | 1.568 | 0.998 | 1.564 |
| 浙江 | 1.672 | 0.847 | 1.415 |
| 江苏 | 0.993 | 0.902 | 0.896 |
| 湖南 | 1.081 | 1.116 | 1.207 |
| 黑龙江 | 1.315 | 0.517 | 0.680 |
| 湖北 | 0.962 | 0.980 | 0.942 |
| 福建 | 1.598 | 0.836 | 1.336 |
| 海南 | 1.293 | 1.434 | 1.854 |
| 宁夏 | 0.562 | 1.324 | 0.744 |
| 天津 | 2.092 | 1.244 | 2.603 |
| 四川 | 1.571 | 0.906 | 1.424 |
| 吉林 | 0.728 | 1.164 | 0.848 |
| 江西 | 2.036 | 0.988 | 2.012 |
| 河南 | 1.002 | 1.408 | 1.411 |
| 广西 | 2.166 | 1.172 | 2.539 |
| 河北 | 1.481 | 1.131 | 1.674 |
| 陕西 | 1.892 | 0.980 | 1.854 |
| 青海 | 7.895 | 0.930 | 7.342 |
| 安徽 | 0.360 | 1.086 | 0.390 |
| 重庆 | 8.399 | 0.841 | 7.067 |
| 新疆 | 0.598 | 1.161 | 0.695 |
| 内蒙古 | 0.236 | 1.216 | 0.287 |
| 云南 | 0.924 | 1.030 | 0.952 |
| 辽宁 | 1.000 | 0.721 | 0.721 |
| 甘肃 | 0.837 | 1.266 | 1.059 |
| 山西 | 0.750 | 1.492 | 1.118 |
| 东部地区 | 1.335 | 0.981 | 1.326 |
| 中部地区 | 1.032 | 1.178 | 1.180 |
| 西部地区 | 2.377 | 1.072 | 2.272 |
| 均值 | 1.656 | 1.054 | 1.644 |

③《习近平：决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》. (2017-10-28)[2022-08-04]. http://cpc.people.com.cn/GB/n1/2017/1028/c64094-29613660.html.

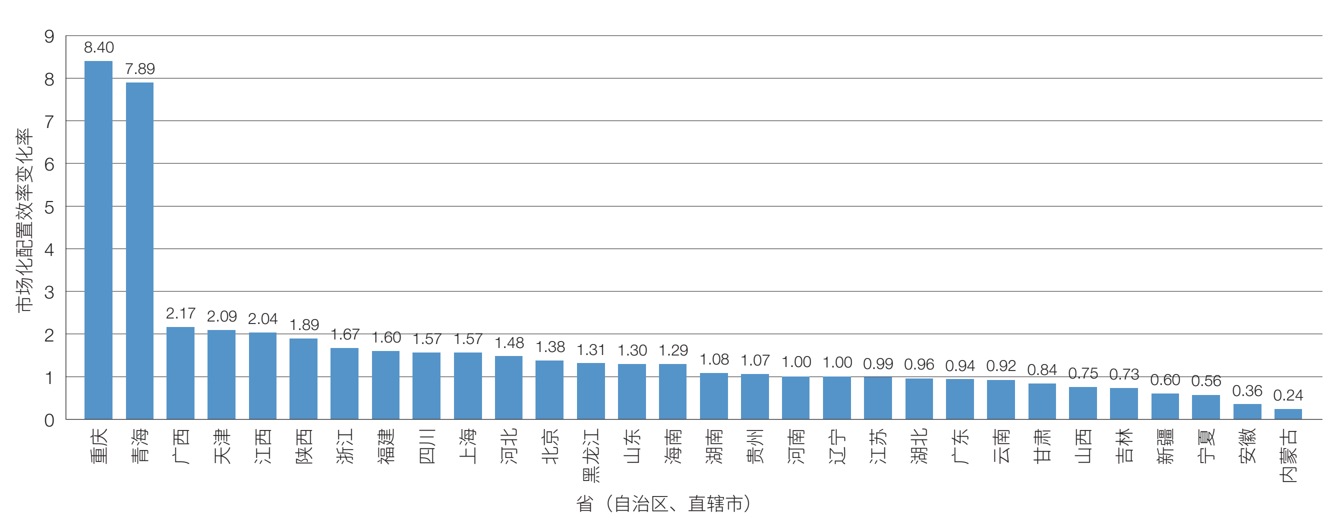



图 4　各地区数据要素市场化配置效率变化情况

Figure 4  Changes in market allocation efficiency of data elements

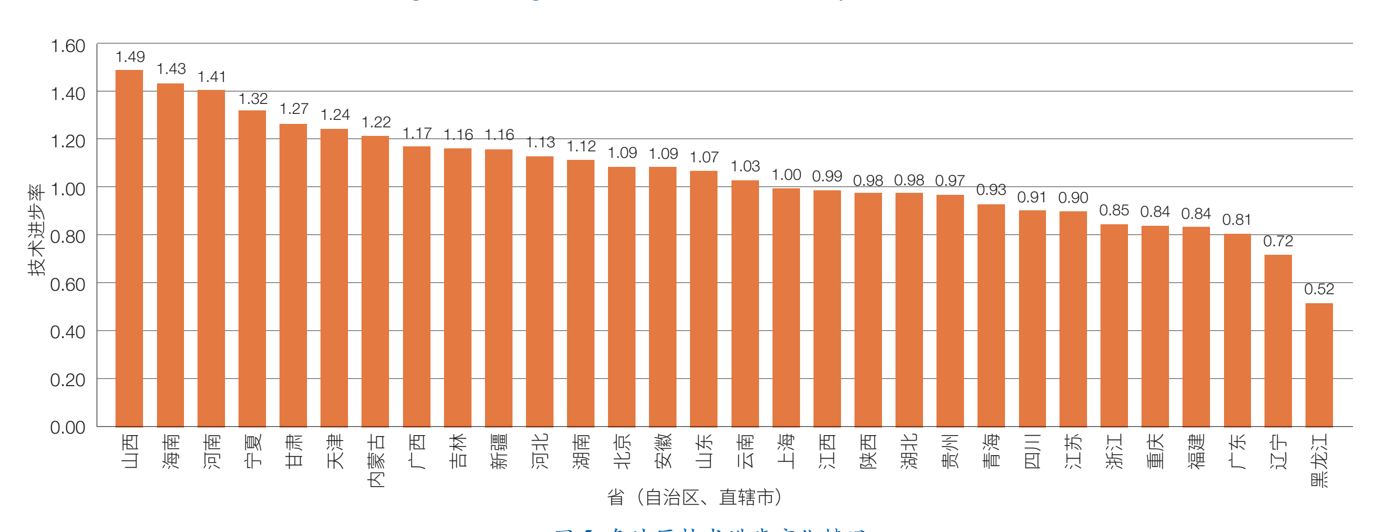



图 5  各地区技术进步变化情况

Figure 5  Changes in technology development level

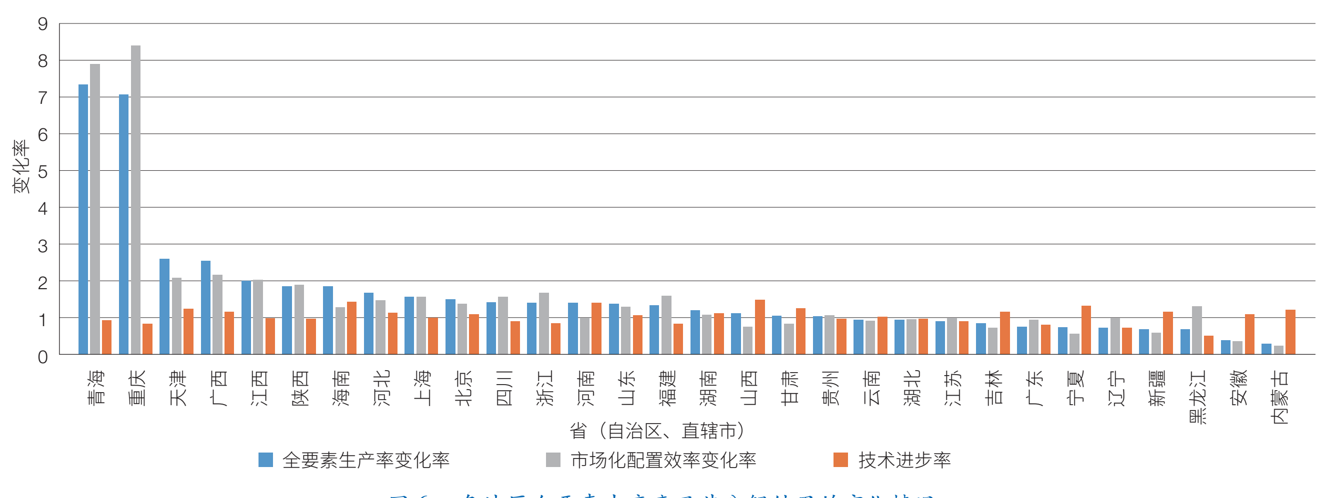



图 6　各地区全要素生产率及其分解结果的变化情况

Figure 6　Changes in total factor productivity and its decomposition results

升全要素生产率的关键。

## 3 主要结论与政策启示

本文从理论上构建了数据要素市场化配置模型和数据要素市场化配置效率评价指标体系，并应用追加中间投入的网络 DEA-Malmquist 方法对我国 30 个省（区、市）的数据要素市场化配置效率进行评价和动态分析。发现研究期内我国数据要素市场化配置效率整体上升，但仍有较大提升空间。数据要素市场化配置过程的 2 个阶段相比较，数据要素市场化建设阶段效率显著低于数据要素价值化配置阶段效率。通过 Malmquist 指数分析发现，在数据要素市场化配置效率提升和技术进步的共同驱动下，研究期内过半数样本省份的全要素生产率实现了提升，且与技术进步相比，提高数据要素市场化配置效率对推动全要素生产率提升的影响更大。

基于以上研究结论，本文的政策启示和建议主要有以下 3 个方面：

（1）加快培育数据要素市场是现阶段提升数据要素市场化配置效率的重点。实证结果表明，我国各省份数据要素市场化配置效率提升的瓶颈在于市场化建设阶段的效率不高。建议：未来应从数据、平台、制度 3 个方面，加强数据要素市场化建设。① 强化高质量的数据供给是加强数据要素市场化建设的工作重点。数据供给应兼顾数量和质量——既要扩大数据供给的类别，拓展数据资源的应用场景，又要细化数据供给的颗粒度，增强数据资源的实用性。② 加强数据要素市场化建设，要求数据开放和交易平台充分发挥好实现数据有序开放的载体功能和撮合数据高效交易的中介功能。③ 加强数据要素市场化制度建设，重点在于强化数据要素产权制度建设和数据要素流通与交易制度建设——既要完善数据分类分级确权授权使用机制，又要制定科学的数据交易市场准入机制和数据合规评估标准。

（2）提升数据要素市场化配置效率是现阶段提高全要素生产率的关键。实证结果表明，技术进步和数据要素市场化配置效率的提高均对提升全要素生产率具有正向作用，且后者更为关键。建议：各级政府高度重视数据要素市场化配置对全要素生产率的推动作用，以“有为政府”助力“有效市场”高质量发展。① 通过提供公共产品的方式，搭建公共数据开放平台，加强公共数据高质量供给；② 通过制定包容审慎的政策，鼓励对数据要素的交易模式和价格形成机制进行积极探索和试点，以培育合规有效的数据要素市场。

（3）建设全国统一的数据要素大市场是未来的发展趋势。现阶段由于资源禀赋和地方政府对数据要素市场培育工作的重视程度不同，我国不同省份的数据要素市场化配置效率差异明显。构建全国统一的数据要素大市场有助于通过顶层设计，统筹优化机制建设和平台建设，进一步提高我国的数据要素市场化配置水平。建议：从机制统一和平台统一 2 个层面，加快建设全国统一的数据要素大市场。① 机制层面，要在数据交易平台的功能要求、数据交易服务的安全要求、数据交易的行为规范等方面制定统一的国家标准，以破除数据跨区域流动壁垒和促进数据要素在更大范围内的不同主体间的流通。② 平台层面，要加强中央对各类数据服务平台的统筹规划和布局。平台建设要高标准、重质量、轻数量，可考虑以相对高效的区域性交易平台建设替代省级交易平台建设，充分发挥区域性组织的比较优势，提高单个数据交易平台的辐射范围和经营效率，寻求以最高效的平台建设达到最优的数据开放和流通水平。

## 参考文献

1 蔡跃洲, 马文君. 数据要素对高质量发展影响与数据流动制约. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(3): 64-83.
Cai Y Z, Ma W J. How data influence high-quality development as a factor and the restriction of data flow. The

Journal of Quantitative & Technical Economics, 2021, 38(3): 64-83. (in Chinese)

2 黄少安, 张华庆, 刘阳荷. 数据要素的价值实现与市场化配置. 东岳论丛, 2022, 43(2): 115-121.
Huang S A, Zhang H Q, Liu Y H. Value realization and market allocation of data production factors. Dong Yue Tribune, 2022, 43(2): 115-121. (in Chinese)

3 Pantelis K, Aija L. Understanding the value of (big) data// 2013 IEEE International Conference on Big Data. IEEE, 2013: 38-42.

4 杨艳, 王理, 廖祖君. 数据要素市场化配置与区域经济发展——基于数据交易平台的视角. 社会科学研究, 2021(6): 38-52.
Yang Y, Wang L, Liao Z J. Market allocation of data production factors and regional economic development—From the perspective of data trading platform. Social Science Research, 2021(6): 38-52. (in Chinese)

5 陈德球, 胡晴. 数字经济时代下的公司治理研究: 范式创新与实践前沿. 管理世界, 2022, 38(6): 213-240.
Chen D Q, Hu Q. Corporate governance research in the digital economy: New paradigms and frontiers of practice. Journal of Management World, 2022, 38(6): 213-240. (in Chinese)

6 Jones C I, Tonetti C. Nonrivalry and the economics of data. American Economic Review, 2020, 110(9): 2819-2858.

7 Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.

8 Färe R, Grosskopf S, Whittaker G. Network DEA// Zhu J, Cook W D, eds. Modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis. Boston: Springer, 2007: 209-240.

9 Kao C, Hwang S N. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. European Journal of Operational Research, 2008, 185(1): 418-429.

10 马建峰, 戚丽囡, 邓立治. 考虑追加投入的混联两阶段DEA效率评价. 系统工程学报, 2020, 35(2): 276-288.
Ma J F, Qi L N, Deng L Z. DEA efficiency evaluation of hybrid two-stage system with additive inputs. Journal of Systems Engineering, 2020, 35(2): 276-288. (in Chinese)

11 黄丽华, 窦一凡, 郭梦珂, 等. 数据流通市场中数据产品的特性及其交易模式. 大数据, 2022, 8(3): 3-14.
Huang L H, Dou Y F, Guo M K, et al. Features and transaction modes of data products in data markets. Big Data Research, 2022, 8(3): 3-14. (in Chinese)

12 Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. The American Economic Review, 1994: 66-83.

13 郑京海, 刘小玄, Bigsten A. 1980—1994期间中国国有企业的效率、技术进步和最佳实践. 经济学(季刊), 2002(2): 521-540.
Zheng J H, Liu X X, Bigsten A. Efficiency, technical progress, and best practice in Chinese state enterprises (1980–1994). China Economic Quarterly, 2002(2): 521-540. (in Chinese)

14 蔡昉. 以提高全要素生产率推动高质量发展. 人民日报, 2018-11-09(07).
Cai F. Promote high-quality development by improving total factor productivity. People's Daily, 2018-11-09(07). (in Chinese)

15 Jones M D, Hutcheson S, Camba J D. Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review. Journal of Manufacturing Systems, 2021, 60: 936-948.

# Research on Market Allocation Efficiency of Data Elements

QIAO Han* LI Zhuolun

( 1 School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 MOE Philosophy and Social Science Laboratory of Digital Economic Monitoring, Forecasting, Early Warning, and Policy Simulation (Cultivation), University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China )

**Abstract** Promoting the market allocation of data elements is the key to realize the value of data resources, which drives the high-quality development of digital economy. Based on the literature review, this study first analyses the theoretical process of market allocation of data elements, and divides the whole process into two stages: market-based construction and value-based allocation. According to the proposed theoretical model, this study designs the network DEA model with additional intermediate inputs to calculate the market allocation efficiency of data elements of 30 provincial administrative regions in China from 2019 to 2020. Moreover, by Malmquist index analysis, we further investigate the dynamic changes of both market allocation efficiency of data elements and total factor productivity in China. The study finds that during the period of 2019 to 2020, the market allocation efficiency of data elements in China is on an upward trend. The efficiency of value-based allocation stage reached a higher level than that of the market-based allocation stage. This finding suggests that the orderly opening of public data and the construction of data trading platform will still be the focus in improving the market allocation efficiency of data elements in the future. The results of the study further indicates that China's total factor productivity increased significantly—both the technology progress and the improvement of market allocation efficiency of data elements had a positive effect on improving total factor productivity, and the latter driving force is more critical to promoting the improvement of total factor productivity.

**Keywords** data elements, market allocation efficiency, network DEA, Malmquist index, total factor productivity





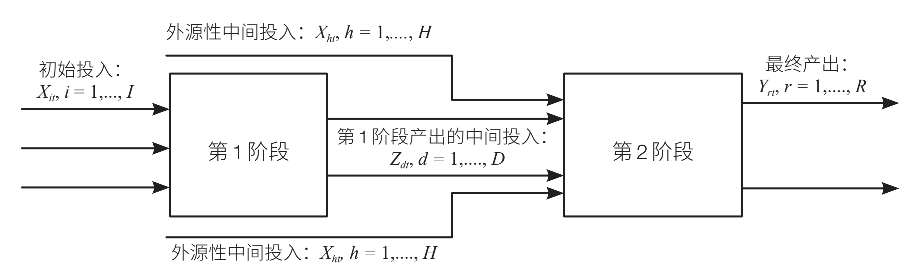
**乔　晗**　中国科学院大学经济与管理学院副院长、教授、博士生导师。“国家高层次人才特殊支持计划”哲学社会科学领军人才，《管理评论》常务副主编，国家自然科学基金重大项目课题“数字经济中数据要素有效使用与消费者保护”负责人。主要研究领域：数字经济、科技创新与商业模式创新、风险投资与创业等。主持国家自然科学基金重大项目 1 项，面上及青年项目 3 项，其他各级政府或企业咨询项目 20 余项，发表论文 100 余篇。E-mail: qiaohan@ucas.ac.cn

**QIAO Han** Deputy Dean and Professor of School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences; one of the Leading Talent (Philosophy and Social Sciences) in the National Special Support Program for High-level Talents; Executive Associate Editor-in-Chief of *Management Review*; Principle Investigator of the Major Project *Effective Use of Data Elements and Consumer Protection in the Digital Economy* of National Natural Science Foundation of China (NSFC). Dr. Qiao's main research areas cover digital economy, technological innovation and business model innovation, venture capital and entrepreneurship, etc. As the principle investigator, she has hosted 1 major program, 3 general and youth programs of NSFC, and over 20 other governments or business consulting projects, and she has published more than 100 high-quality journal articles. E-mail: qiaohan@ucas.ac.cn

*Corresponding author

## 附录1 追加中间投入的网络DEA效率测算模型

该效率测算模型的2个基本假设：① 每个阶段都满足前沿条件，即各阶段效率小于等于1；② 中间产出在关联阶段中的权重相等。本文进行效率测度所采用的网络DEA系统结构，如附图1所示。




附图1 追加中间投入的网络DEA模型
Appendix Figure 1 Network DEA model with additional intermediate inputs

追加中间投入的网络DEA模型的目标优化问题为：

$$max\ \theta = max\ \theta_1 \cdot \theta_2 = max\ \frac{\sum_{d=1}^{D} w_d z_d}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)}} \cdot \frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_r}{\sum_{d=1}^{D} w_d z_d + \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)}}$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} \dfrac{\sum_{d=1}^{D} w_d z_d}{\sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)}} \le 1\ \forall t \\ \dfrac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_r}{\sum_{d=1}^{D} w_d z_d + \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)}} \le 1\ \forall t \\ d=1,\ldots,D;\ i=1,\ldots,I;\ h=1,\ldots,H;\ r=1,\ldots,R \end{cases} \tag{1}$$

在规模报酬不变以及各阶段等权重的假设条件下，整体效率$\theta$由第1阶段效率$\theta_1$和第2阶段效率$\theta_2$以乘法形式关联构成[9]。$x_i^{(1)}$表示初始投入，$x_h^{(2)}$表示追加中间投入，$z_d$表示中间产出，$y_r$表示最终产出，$v_i$，$q_h$，$w_d$，$u_r$分别为$x_i^{(1)}$，$x_h^{(2)}$，$z_d$，$y_r$各项投入和产出指标的系数。网络DEA模型中不仅要求保证第1阶段效率值小于等于1，同时要求在第2阶段的效率值小于等于1的约束条件下，第1阶段达到最佳有效状态$\theta_1^{max}$。

首先，根据Charnes-Cooper变换，将受约束的第1阶段模型转换为线性规划问题：

$$\theta_1^{max} = max\ \sum_{d=1}^{D} w_d z_d$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} \sum_{d=1}^{D} w_d z_d - \sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)} \le 0\ \forall t \\ \sum_{r=1}^{R} u_r y_r - \sum_{d=1}^{D} w_d z_d - \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)} \le 0\ \forall t \\ \sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)} = 1 \\ v_i, w_d, q_h, u_r \ge 0 \\ d=1,\ldots,D;\ i=1,\ldots,I;\ h=1,\ldots,H;\ r=1,\ldots,R \end{cases} \tag{2}$$

那么整体效率$\theta$可以表示为第1阶段效率$\theta_1$的函数：

$$max\ \theta = max\ \theta_1 \cdot \frac{\sum_{r=1}^{R} u_r y_r}{\sum_{d=1}^{D} w_d z_d + \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)}} \tag{3}$$

同时，对第2阶段效率模型进行Charnes-Cooper变换，得到追加中间投入的2阶段线性规划问题：

$$max\ \theta = max\ \theta_1 \cdot \sum_{r=1}^{R} u_r y_r$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} \sum_{d=1}^{D} w_d z_d - \sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)} \le 0\ \forall t \\ \sum_{r=1}^{R} u_r y_r - \sum_{d=1}^{D} w_d z_d - \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)} \le 0\ \forall t \\ \sum_{d=1}^{D} w_d z_d + \sum_{h=1}^{H} q_h x_h^{(2)} = 1 \\ \sum_{d=1}^{D} w_d z_d - \theta_1 \sum_{i=1}^{I} v_i x_i^{(1)} = 0 \\ 0 \le \theta_1 \le \theta_1^{max} \\ v_i, w_d, q_h, u_r \ge 0 \\ d=1,\ldots,D;\ i=1,\ldots,I;\ h=1,\ldots,H;\ r=1,\ldots,R \end{cases} \tag{4}$$

解上述线性规划问题可得整体最优效率$\theta^{opt}$、第1阶段最优效率和$\theta_1^{opt}$第2阶段最优效率$\theta_2^{opt}$。

## 附录2 追加中间投入的网络DEA-Malmquist指数

DEA模型的结果只能反映截面数据的静态相对效率，本文将Malmquist指数模型与追加中间投入网络DEA模型结合起来，以揭示数据要素市场化配置效率、全要素生产率等的跨期动态变化情况。

Malmquist指数由4个距离函数计算得到，结合追加中间投入的网络DEA模型定义距离函数$D$（$t$,

$t$+1）：

$$D_0^{(t)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right) = max\ \frac{\sum_{d=1}^{D} w_{0d}\, z_{0d}^{(t+1)}}{\sum_{i=1}^{I} v_{0i}\, x_{0i}^{(t+1,1)}} \cdot \frac{\sum_{r=1}^{R} u_{0r}\, y_{0r}^{(t+1)}}{\sum_{d=1}^{D} w_{0d}\, z_{0d}^{(t+1)} + \sum_{h=1}^{H} q_{0h}\, x_{0h}^{(t+1,2)}}$$

$$\text{s.t.}\begin{cases} \dfrac{\sum_{d=1}^{D} w_{0d}\, z_{0d}^{(t)}}{\sum_{i=1}^{I} v_{0i}\, x_{0i}^{(t,1)}} \le 1\ \forall t \\ \dfrac{\sum_{r=1}^{R} u_{0r}\, y_{0r}^{(t)}}{\sum_{d=1}^{D} w_{0d}\, z_{0d}^{(t)} + \sum_{h=1}^{H} q_{0h}\, x_{0h}^{(t,2)}} \le 1\ \forall t \\ v_{0i}, w_{0d}, q_{0h}, u_{0r} \ge 0 \\ d=1,\dots,D;\ i=1,\dots,I;\ h=1,\dots,H;\ r=1,\dots,R \end{cases} \tag{5}$$

以 $D_0^{(t)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)$ 为例，其表示在 $t$+1 时期，追加中间投入网络 DEA 系统中决策单元（Decision-Making Unit，$\mathrm{DMU}_0$）以 $t$ 时期前沿面为参考面时的相对效率值。同理可得，另外 3 个距离函数值 $D_0^{(t)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)$ 、$D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)$ 和 $D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)$ 。进而可将 Malmquist 生产率变化指数定义为：

$$M_0\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}, x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right) = \left[\frac{D_0^{(t)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)}{D_0^{(t)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)} \cdot \frac{D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)}{D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)}\right]^{1/2} \tag{6}$$

可进一步对以 Malmquist 生产率指数表示的全要素生产率变化率做如下分解：

$$\mathrm{TFPCH} = \mathrm{TECH}\times\mathrm{EFFCH} = \left[\frac{D_0^{(t)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)}{D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)} \cdot \frac{D_0^{(t)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)}{D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)}\right]^{1/2} \times \frac{D_0^{(t+1)}\left(x_0^{(t+1,1)}, x_0^{(t+1,2)}, z_0^{(t+1)}, y_0^{(t+1)}\right)}{D_0^{(t)}\left(x_0^{(t,1)}, x_0^{(t,2)}, z_0^{(t)}, y_0^{(t)}\right)} \tag{7}$$

其中，TFPCH 表示全要素生产率的变化率；TECH 反映技术进步率；EFFCH 反映数据要素市场化配置效率的变化率。

■责任编辑：文彦杰